



고 받음각에서 Synthetic Jet을 이용한 UCAV 형상의 유동제어

Flow Control on a UCAV Configuration Using Synthetic Jets at High Angles of Attack

저자 (Authors)	이준희, 김종암 Junhee Lee, Chongam Kim
출처 (Source)	한국항공우주학회 학술발표회 논문집 , 2016.4, 76-77 (2 pages)
발행처 (Publisher)	한국항공우주학회 The Korean Society For Aeronautical And Space Sciences
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07068209
APA Style	이준희, 김종암 (2016). 고 받음각에서 Synthetic Jet을 이용한 UCAV 형상의 유동제어. 한국항공우주학회 학술발표회 논문집, 76-77.
이용정보 (Accessed)	서울대학교 147.46.118.*** 2017/04/28 12:07 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독 계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

고 받음각에서 Synthetic Jet을 이용한 UCAV 형상의 유동제어

이준희^{1*}, 김종암^{1,2}

서울대학교¹, 항공우주신기술연구소²

Flow Control on a UCAV Configuration Using Synthetic Jets at High Angles of Attack

Junhee Lee^{1*}, Chongam Kim²

초 록

본 논문에서는 UCAV 형상에서 발생하는 pitch-up을 감소시키기 위한 효과적인 synthetic jet 구동기 작동 위치를 연구하였다. 이를 위하여 UCAV 형상 앞전에 총 14개의 synthetic jet 구동기를 설치하였고, 모든 구동기를 작동시키는 방법과 부분적으로 작동시키는 방법을 이용하여 비교 연구를 수행하였다. 공력 비교를 위해 6축 외장형 저울을 이용하여 힘과 모멘트를 측정하였고, 압력 및 표면유동가시화도 수행되었다. 그 결과 비교적 낮은 받음각에서는 inboard 방향의 구동기가 pitch-up 감소에 효과적인 반면, 높은 받음각에서는 outboard 방향의 구동기가 효과적인 것으로 나타났다. 또한 부분작동을 통해 얻은 pitch-up 감소량은 전체 구동기를 작동시킨 것과 비슷한 효과를 보임으로써 더욱 효율적임을 보였다. 이는 받음각에 따라 다른 유동제어 전략이 필요하다는 것을 보여준다.

ABSTRACT

The present paper deals with experimental investigations of synthetic jets on a UCAV configuration to reduce the pitch-up. Forty arrays of synthetic jets were mounted along both leading edge, and were partially or fully actuated. For each operation case, aerodynamic forces, moments, and surface pressure measurements were then compared. It was observed that the inboard actuations can effectively reduce the pitch-up at relatively low angles of attack, whereas the outboard actuations turned out to be more effective at high angles of attack. The results suggest that a different flow control strategy is required according to angle of attack.

Key Words : Synthetic jet (합성 제트), Flow control (유동제어), pitch-up, UCAV

1. 서 론

U.S. Air Force와 Boeing사가 개발한 UCAV 형상(1303)은 고 기동성을 가지고 있고 스텔스 성능에 유리하지만, λ 형상 자체가 갖는 불안정성으로 인해 피칭모멘트가 급격하게 상승하는 (pitch-up) 단점이 있다⁽¹⁾.

그동안의 synthetic jet을^(2,3) 이용한 연구들은^(4,5) 주로 날개 앞전 전반에 걸쳐 jet을 분사하여 제어 효과를 확인하였기 때문에, 부분적으로 작동했을 때 어떤 효과가 나타나는지에 대한 연구는 거의 없었다.

따라서 본 연구에서는 고 받음각에서 부분적인 구동기 작동 방식을 통해 pitch-up 감소에 효과적인 제어 위치를 확인하고자 하였다.

2. 본 론

2.1. 실험장치 및 절차

UCAV 형상은 그림 1과 같이 NACA64A210을 바탕으로 제작되었으며, 5도의 washout을 가지고 있다. Synthetic jet 구동기는 각 날개 당 7개씩 총 14개가 장착되어 있다. 각각 200 Hz의 sine파로 구동되며 원형출구⁽⁶⁾를 통해 흡입, 분출을 반복한다. 전체작동에서는 모든 구동기를 작동시켰고 부분작동은 각각 하나의 구동기를 순서대로(#1-#7)작동시켰다. 사전 실험에서 pitch-up이 10도부터 발생했기 때문에 제어를 수행할 받음각은 10도부터 14도로 선정하였다. 압력측정을 위한 압력 탭은 44개가 설치되어 있으며, 힘과 모멘트 측정을 위해 6축 외장형 저울을 사용하였다. 실험은 항공우주연구원 아음속 풍동에서 수행되었다.

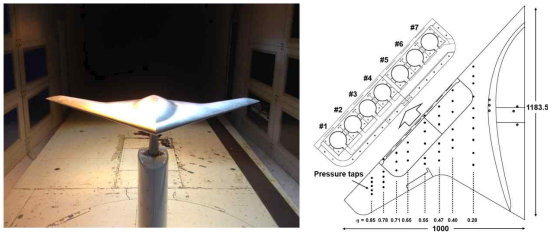


Fig. 1. UCAV planform and schematic

2.1. 결과

그림 2는 inboard (#1)와 outboard (#7) 위치에서 구동기를 작동시켰을 때 피칭모멘트 변화이다. 처음 받음각이 낮을 때(10° - 12°)는 inboard 구동기가 피칭모멘트를 감소시키지만 높은 때(13° - 14°)는 outboard 구동기가 피칭모멘트를 크게 감소시킨다.

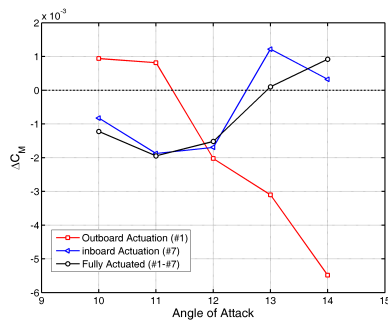


Fig. 2. Pitching moment variation

그림 3의 압력분포변화(ΔC_p)를 보면 11° 에서 outboard 구동기 작동은 빨간색으로 나타난 압력 증가 영역이 두드러지지만, 13° 에서는 파란색으로 나타난 압력감소 영역이 넓어지면서 날개 끝(tip)의 양력이 증가한 것을 볼 수 있다. 이는 받음각에 따라 유동박리가 증가하며 synthetic jet의 제어 효과가 달라지는 것으로 볼 수 있다. 따라서 11° 에서 증가한 피칭모멘트는 반대로 13° 에서 감소한다.

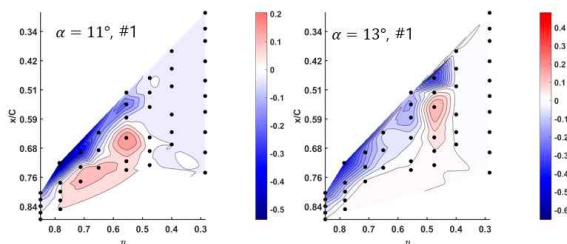


Fig. 3. Outboard actuation

그림 4는 inboard 구동기를 작동시켰을 때의 압력분포변화로 11° 에서는 모멘트 중심점 위부분의 압력을 증가시켜 와류 위치를 뒤쪽으로 밀리게 한다. 반대로 13° 에서는 nose 부분의 압력을 증가시키며 양력을 증가시킨다. 따라서 11° 에서는 피칭모

멘트가 감소하지만, 13° 에서는 증가하게 된다.

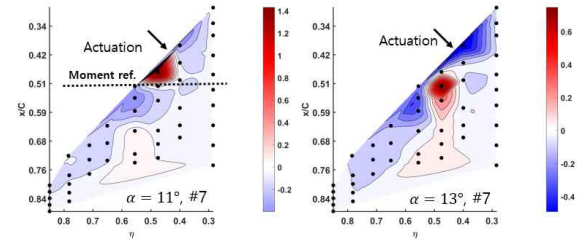


Fig. 4. Inboard actuation

3. 결론

본 연구에서는 고 받음각에서 UCAV 형상에 synthetic jet을 부분적으로 작동하는 방법을 이용하여 pitch-up을 감소시키는 유동제어를 수행하였다. 그 결과, 비교적 낮은 받음각에서는 inboard 위치의 구동기가, 높은 받음각에서는 outboard 위치의 구동기가 피칭모멘트를 감소시키는 것으로 나타났으며, 모든 구동기를 작동시킨 경우보다 효과적이었다. 따라서 받음각에 따라 날개에 발생하는 유동박리와 앞전 와류의 위치를 파악하여, 선택적으로 제어위치를 선정하는 것이 pitch-up 감소에 더욱 효과적이라고 할 수 있다.

후 기

본 연구는 방위사업청과 국방 과학 연구소의 지원(UC100031JD), 2015년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단 첨단 사이언스·교육 허브 개발사업 (NRF-2011-0020559) 및 우주핵심기술 개발사업의 일환인 우주교육시스템구축사업 (NRF-2015M1A3A3A05027630)의 지원을 받아 작성되었습니다.

참고문헌

- 1) McParlin, S., Bruce, R., Hepworth, A., and Rae, A., "Low Speed Wind Tunnel Tests on the 1303 UCAV Concept," AIAA Conference.
- 2) Kim, S. H. and Kim, C., "Separation control on NACA23012 using synthetic jet," Aerospace Science and Technology, Vol. 13, No. 4, 2009, pp. 172-182.
- 3) Kim, M., Kim, S., Kim, W., Kim, C., and Kim, Y., "Flow Control of Tiltrotor Unmanned-Aerial-Vehicle Airfoils Using Synthetic Jets," Journal of Aircraft, Vol. 48, No. 3, May 2011, pp. 1045-1057.
- 4) N. Farnsworth, J. A., Vaccaro, J. C., and Amitay, M., "Active Flow Control at Low Angles of Attack: Stingray Unmanned Aerial Vehicle," AIAA Journal, Vol. 46, No. 10, Oct 2008, pp. 2530-2544.
- 5) Mahmood, G. and Smith, D., "Proportional Aerodynamic Control on a UAV Model Using Synthetic Jets," AIAA Conference.
- 6) Kim, W., Kim, C., and Jung, K. J., "Separation Control Characteristics of Synthetic Jets Depending on Exit Configuration," AIAA Journal, Vol. 50, No. 3, Mar 2012, pp. 559-570.